

Vorträge.

Über den Dichroismus des Blutfarbestoffes.

Von dem w. M., Prof. Ernst Brücke.

Es ist bereits von mehreren Chemikern erwähnt worden, dass die alkalischen Lösungen des Hämatins nicht immer roth, sondern bisweilen auch grün erscheinen. So heisst es in Berzelius Lehrbuch der Chemie (dritte Ausgabe Bd. IX, Seite 80): „In einer sehr verdünnten kaustischen Kaliallösung schwillt das Blutroth zu einer braunen in lauem Wasser löslichen Gallerte auf. War das Alkali einigermaßen vollständig gesättigt, so coagulirt diese Auflösung beim Abdampfen und wird sie dann filtrirt, so läuft eine grüne, ganz wie Galle aussehende Flüssigkeit durch. Eine solche entsteht immer bei der Auflösung des Blutroths in einem grossen Überschuss von Alkali und Concentrirung dieser Auflösung in der Wärme. Bei Feuerlicht ist sie roth, nur bei Tageslicht grün.“ Ebenso sagt Lehmann in seinem Lehrbuche der physiologischen Chemie (zweite Auflage, zweite Umarbeitung, Leipzig 1853, Bd. I, S. 284): „Die Farbe der Hämatinkalilösung geht durch Kochen ins Dunkelrothe, ja ins Grüne über.“ In dem Folgenden werde ich zuerst suchen, die Umstände, unter denen die grüne Farbe zur Erscheinung kommt, näher festzustellen.

Extrahirt man defibrinirtes und im Wasserbade getrocknetes Ochsenblut mit Weingeist von 0.825 spec. Gew., dem auf 28 Gewichtstheile ein Theil Schwefelsäure von 1.845 spec. Gew. zugesetzt ist, so erhält man eine Lösung von schwefelsaurem Hämatin, deren Farbe nicht besonders schön, sondern bräunlich roth ist. Die geringe Schönheit der Farbe rührt nicht von den beigemengten fremdartigen Substanzen her, denn die Lösung von reinem schwefelsaurem Hämatin sieht nicht anders aus. Setzt man zu dieser Flüssigkeit eine wässrige Lösung von kohlensaurem Ammoniak im Überschuss, so wird sie prächtig roth; wenn man sie aber schüttelt, so sieht man, dass die dünnen Schichten, mit welchen sie die Wände des Glases benetzt, im durchfallenden Lichte eine saftgrüne Farbe zeigen. Verdünnt man eine Probe im Reagirglase mit mehr kohlensaurem Ammoniak oder mit Wasser, so geht die rothe Farbe in Braungelb und bei

weiterer Verdünnung in Saftgrün über. Bringt man diese grüne Flüssigkeit in eine horizontal liegende Röhre, die an beiden Enden durch Glasplatten geschlossen ist und blickt dadurch auf einen hellen Gegenstand, so dass das Licht ehe es zum Auge gelangt durch eine dickere Schicht der Flüssigkeit gehen muss, so findet man dasselbe wieder roth, der Versuch mag bei Lampenlicht oder bei Tageshelle angestellt werden.

Hieraus folgt, dass unsere Flüssigkeit zu den dichroitischen gehört. Als solche sind ausserdem bekannt: Die Auflösungen von Chlorechrom ($Cr_2 Cl_3$), von mangansaurem Kali, von Saftgrün, der alkalische Aufguss der Blumenblätter von *Paeonia officinalis* und vielen anderen rothen Blumen ¹⁾. Ja man kann sagen, dass bei den gefärbten Flüssigkeiten, welche aus der organischen Natur stammen, ein geringer Grad von Dichroismus häufiger ist als eine gänzliche Abwesenheit desselben. Die Erscheinung bietet also an und für sich kein besonderes Interesse dar; sie gewinnt es aber im Zusammenhange mit anderen Thatsachen.

Nimmt man zu dem obigen Versuche statt des kohlen sauren Ammoniaks Lösungen von kaustischem oder kohlen saurem Kali oder Natron, so erhält man analoge Resultate; andere aber bei Anwendung von kaustischem Ammoniak. Fügt man dieses in sehr concentrirter wässeriger oder in alkoholischer Lösung der schwefelsauren Hämatin-Lösung im Überschuss hinzu und verdünnt damit immer weiter und weiter, so wird die Flüssigkeit niemals grün, sondern erst heller roth und dann blass röthlich gelb. Leitet man aber in die mit wässrigem Ammoniak übersättigte Flüssigkeit Kohlensäure, so wird sie dadurch dichroitisch, d. h. sie zeigt ihre rothe Farbe nur noch in dickeren Schichten, während sie in dünnen saftgrün ist. Eben so wird sie nach und nach dichroitisch, wenn man sie in flachen Schalen der Luft aussetzt, so dass sie aus derselben Kohlensäure anzieht. Denselben Wechsel kann man augenblicklich hervorbringen, wenn man eine wässrige Lösung von Kali oder Natron hinzusetzt. Man erhält ferner eine dichroitische Flüssigkeit, wenn man eine Probe der schwefelsauren Lösung, nachdem man sie mit so viel wässrigem Ammoniak versetzt hat, dass die Farbe aus braunroth in ein tiefes und schönes Roth übergeht und die Flüssigkeit nach mehrmaligem Umschütteln

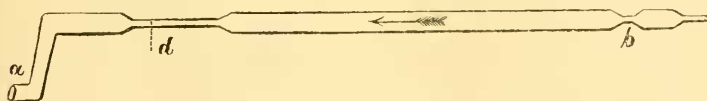
¹⁾ J. F. W. Herschel vom Licht. Stuttgart und Tübingen 1831; 8^o.

noch deutlich nach Ammoniak riecht, nicht weiter mit Ammoniakflüssigkeit, sondern mit destillirtem Wasser bis zu dem Grade verdünnt, dass sie in einem gewöhnlichen Reagirglase im durchfallenden Lichte ihre saftgrüne Farbe zeigt. Dies rührt nicht von Kohlensäure her, welche das destillirte Wasser aufgelöst enthalten kann, denn wenn man das Wasser vorher ausgekocht hat, wird die Flüssigkeit ebenso dichroitisch. Nimmt man dagegen die Verdünnung der mit wässerigem Ammoniak übersättigten Probe nicht mit Wasser sondern mit Alkohol vor und filtrirt von dem farblosen, grösstentheils aus schwefelsauren Ammoniak bestehendem Niederschlage ab, so zeigt sie keine Spur von Dichroismus. In dem hinreichenden Grade der Verdünnung mit der vorerwähnten verglichen ist sie hellroth, während jene grün erscheint. Stellt man das Hämatin dadurch rein dar, dass man die schwefelsaure Lösung mit Ammoniak übersättigt, filtrirt, das Filtrat zur Trockne bringt und nach einander mit Wasser, Äther und Alkohol auszieht, und löst man ferner das so erhaltene schwarze Pulver wieder in schwefelsäurehaltigem Alkohol auf, so zeigt die braunrothe Flüssigkeit unter dem Einflusse der Alkalien dieselben Farbenveränderungen, wie ich sie früher von der unreinen Hämatinlösung beschrieben habe. Auch wenn man die Schwefelsäure ganz vermeidet, und statt ihrer dem Weingeist, mit welchem man das Blutpulver extrahirt, eine geringe Menge Weinsteinssäure zusetzt, so wird hierdurch das Resultat nicht verändert und ebenso wenig dadurch, dass man das zu extrahirende Blut nicht auf dem Wasserbade coagulirt und abdampft, sondern in der Winterkälte in flachen Schalen an der Luft trocknet. Hiernach existirt also das Hämatin in seinen verschiedenen alkalischen Lösungen in zwei verschiedenen Zuständen, in einem dichroitischen und in einem nicht dichroitischen. Es muss aber noch hinzugefügt werden, dass in den dichroitischen Lösungen das Grün auf Kosten des Roth noch beträchtlich vermehrt werden kann, wenn man sie mit einem starken Überschusse von Kali oder Natron kocht oder einige Zeit digerirt. Sie zeigen dann ausser Grün und Braun nur noch ein Roth, welches dem äussersten Roth des Spectrums entspricht und welches man erhält, wenn man durch eine dickere Schicht nach einer Lichtquelle sieht, die hinreichend stark ist, um die Flüssigkeit noch mit einem Theile ihrer Strahlen zu durchdringen. Darum sagte Berzelius, eine solche Flüssigkeit sei bei Tage grün, bei Feuerlicht roth; offenbar weil er die Flamme durch eine dickere Schicht mit

rother Farbe hindurchwirken sah. Sonnenlicht verhält sich indessen nicht anders.

Nach diesen Beobachtungen musste ich mir die Frage vorlegen: ob denn das Hämatin im Blute auch in einem dichroitischen und einem nicht dichroitischen Zustande vorhanden sei. Wohl jedem, der die Blutkörperchen mikroskopisch untersucht hat, wird es sogleich aufgefallen sein, dass sie einzeln liegend nicht die lebhaft rothe Farbe zeigen, welche sie in grösseren Massen zusammengeläuft hervorbringen. Sie sind blass-röthlichgelb, gelb oder grün. Im letzteren Falle kann man den Dichroismus sehr gut unter dem Mikroskope beobachten, bisweilen an einem einzelnen Blutkörperchen, indem dasselbe auf die Kante gestellt roth, auf der Fläche liegend grün erscheint. Als ich meine Aufmerksamkeit auf die Bedingungen richtete, unter welchen sich der Dichroismus zeigt, fand ich, dass er nur dem venösen Blute, aber diesem, wenn anders die Desoxydation hinreichend vollständig, immer eigen ist. Mikroskopische Beobachtungen auf dem gewöhnlichen Wege angestellt können hier leicht täuschen, da ein Tropfen venösen Blutes, wenn man ihn auf den Objectträger bringt, Sauerstoff anzieht, und umgekehrt ein Tropfen frischen arteriellen Blutes unter dem Deckgläschen zerquetscht wegen des mangelhaften Zutrittes der Luft allmählich venös wird.

Ich stellte desshalb folgende Versuche an, bei denen die Farben ebenso gut mit blossen Augen wie durch das Mikroskop erkannt werden.



Durch die Röhre $a d b$, welche von b bis d vier Decimeter mass und in ihren dickeren Theilen 6 Millimeter Radius hatte, leitete ich in der Richtung des Pfeils so lange reine, nicht getrocknete Kohlensäure, bis das, aus dem unter Quecksilber getauchten Ende a austretende Gas vollständig von Kalilösung absorbiert wurde; dann unterbrach ich den Gasstrom mittelst eines am Gasentwicklungs-Apparate angebrachten Hahns und schmolz die Röhre bei b ab. Hierauf erwärmte ich sie, bis vier bis fünf Gasblasen ausgetreten waren und schmolz sie endlich auch bei d ab.

Eine andere Röhre von denselben Dimensionen wurde auf analoge Weise mit Sauerstoffgas gefüllt. Dasselbe strömte aus einem Gasometer, in dem ich es über Wasser aufbewahrt hatte; es war also gleichfalls feucht. Nun entblösste ich die Jugularvene eines Hundes und brachte unter dieselbe in verschiedenen Höhen vier Unterbindungsfäden. Die unterste und letzte Ligatur ward sogleich bleibend geschlossen, die oberste und erste vorläufig, so dass sie jeden Augenblick geöffnet werden konnte.

Nach diesen Vorbereitungen zog ich mit dem Diamant um die mit Sauerstoff gefüllte Röhre einen Strich, einige Millimeter von ihrem Ende *d*, um das Brechen an dieser Stelle zu erleichtern, öffnete die Vene zwischen der dritten und vierten Ligatur und brachte den Schnabel der Röhre stromaufwärts so weit hinein, dass der Diamantstrich die dritte Ligatur passirt hatte, worauf ich dieselbe schloss und die Fäden an der Röhre hinauf leitete, um sie hier noch einmal zu befestigen. Nachdem ich die oberste Ligatur gelöst hatte, brach ich die Spitze der Röhre in der Vene ab, so dass eine kleine Quantität Blut hineintrat, schloss die oberste Ligatur wieder und ebenso die zweite, durchschnitt die Vene zwischen beiden, und ebenso zwischen der dritten und vierten, so dass ich die Röhre mit dem Venenstücke, welches ihr zum Verschluss diente, entfernen konnte. Nachdem ich durch Hin- und Herneigen der Röhre das Blut an den Wänden vertheilt hatte, befestigte ich sie senkrecht in einem Halter so, dass die durch das Venenstück geschlossene Spitze in ein kleines Gefäss mit Öl tauchte, das jeden Gaswechsel verhinderte.

Das Blut war in der Röhre schön scharlachroth geworden, wo es an den Wänden herabgeflossen war, erschien es in den dickeren Schichten mit zinnrother Farbe durchscheinend, in den dünneren mit heller gelbrother, in den allerdünnsten mit der sogenannten Isabellfarbe. Ganz auf die vorbeschriebene Art wurde aus der Jugularvene eines zweiten Hundes Blut in die mit Kohlensäure gefüllte Röhre geleitet und in derselben verschlossen. Dies Blut wurde dunkel kirseuroth. Ich sage, es wurde, denn obgleich es aus einer Vene floss, so sah man doch deutlich, dass sich seine Farbe innerhalb der Röhre noch veränderte, was auch sehr begreiflich ist, da, wie die Versuche von Magnus gezeigt haben, das Blut in den Körpercapillaren immer nur einen Theil seines absorbirten Sauerstoffgases verliert. Wo es an den Wänden herabgeronnen war, erschien es mit einer schönen

Purpurfarbe durchscheinend, in den dünnsten Schichten aber mit einem äusserst blassen Grün. Man konnte sich mittelst des Mikroskopes überzeugen, dass diese blassgrünen Streifen nicht etwa von blossem Plasma, welches in so dünnen Schichten völlig farblos ist, herrührten, sondern dass hier die Blutkörperchen in einfacher Schicht vertheilt waren. Nach einiger Zeit brach ich von dieser Röhre beide Spitzen ab und blies Luft hindurch. Sowohl der Purpur als das Blassgrün verschwanden und an ihre Stelle traten die oben beschriebenen Tinten des oxydirten Blutes.

Noch stärker fällt der Dichroismus des venösen Blutes in die Augen, wenn man den Versuch an einer Schildkröte anstellt, weil hier das Grün etwas weniger blass ist und desshalb besser unterschieden wird. Ich habe dabei das Blut bald aus der linken Aorta, bald aus der Lungenschlagader genommen und immer dasselbe Resultat erhalten. Schildkrötenblut in eine mit Sauerstoff gefüllte Röhre geleitet zeigt keine Spur von Grün, sondern verhält sich ganz wie unter denselben Verhältnissen das Hundeblood. Ist dagegen die Röhre mit Wasserstoffgas gefüllt, so wird das Blut kirschroth und dichroitisch wie in der Kohlensäure. Auch mit Stickstoff stellte ich den Versuch an einem Hunde und an einer Schildkröte an. Das Gas zur Füllung der Röhren wurde nach der Methode von *Corenwinder* ¹⁾ entwickelt; nur ersetzte ich das salpetrigsaure Kali durch salpetrigsauren Kalk. Er hat keinen anderen Vorzug als die Wohlfeilheit, aber auch keinen Nachtheil. Auch in diesen Röhren nahm das Blut die für einen hohen Grad der Venosität charakteristischen Farben an; wie es mir schien nicht ganz so rasch wie in den mit Kohlensäure gefüllten Röhren; doch war auch hier nach Verlauf von etwa einer oder zwei Minuten das Grün und Purpurroth der benetzten Wände schon sehr deutlich.

Durch Verdünnen mit Wasser wird das Blut zwar im reflectirten Lichte dunkler aber niemals dichroitisch. Bei stärkerer Verdünnung wird es immer durchscheinender, zeigt aber stets nur Roth, niemals Grün.

Das aus arteriellem und venösem Blute extrahirte Hämatin unterscheidet sich in den oben aufgeführten Reactionen nicht.

¹⁾ Jahresbericht von *Liebig* und *Kopp*. J. 1849, S. 25. — *Annales de chimie et de physique* [3] XXVI. 296.

Ich theilte eine Quantität Blut in zwei Hälften. Die eine machte ich durch Schütteln mit Luft und durch Hin- und Hergießen so hellroth als möglich und coagulirte sie dann, indem ich sie in kleinen Portionen in eine im Wasserbade auf 100 Grad erwärmte Platinschale eintrug. Die zweite Hälfte verschloss ich in einen Kolben und leitete Wasserstoffgas hindurch, so lange bis alle atmosphärische Luft vertrieben und das Blut sehr dunkel war; dann coagulirte ich das letztere, indem ich den Kolben im Wasserbade erwärmte, ohne den Gasstrom zu unterbrechen. Nachdem beide Blutarten im Wasserbade getrocknet waren, zeigten sowohl ihre mit Schwefelsäure und Weingeist, als auch ihre mit Weinsteinssäure und Weingeist bereiteten Auszüge gleiche Rectionen.

Notiz über ein Lager Tertiärpflanzen im Taurus.

Von Prof. F. Unger.

Herr Theodor Kotschy, der im verflossenen Sommer einen Theil des Taurus in Kleinasien bereiste, hat von daher ansehnliche und lehrreiche Sammlungen von Naturalien mitgebracht. Unter diesen befinden sich auch mehrere Stücke von Pflanzenabdrücken, die unsere Aufmerksamkeit in hohem Grade verdienen, um so mehr da sie aus einem Lande kommen, welches in geognostischer Beziehung so gut wie unbekannt ist.

Herr Kotschy sammelte dieselben am Südabhange des cilicischen Taurus in einem Seitenthale des unteren Cydnusthales westlich von dem grossen und berühmten Engpasse in einer Höhe von ungefähr 4000 Fuss über dem Meere.

Die Gegend ist dort fast unbewohnt, die nächste Ortschaft Nimrun, ein kleines Dorf, davon 4 Stunden Weges entfernt. Das Gestein, welches die Pflanzenabdrücke enthält, zeigte sich dem aufmerksamen Blicke des Reisenden nur an ein paar Stellen; beide Punkte gehören zu den Grundbesitzungen des Emir Hassan Aga Kaleh Agassi.

Natürlich ist von dem Gesteine nur die verwitterte meist mit lebenden Pflanzen bedeckte Oberfläche ersichtlich, und dennoch erkannte Hr. Kotschy im Vorüberreiten aus einigen unbestimmten Zeichnungen die Möglichkeit der fossilen Einschlüsse, was sich auch